

## KOMPARASI INDEKS KEANEKARAGAMAN DAN INDEKS SAPROBIK PLANKTON UNTUK MENILAI KUALITAS PERAIRAN DANAU TOBA, PROPINSI SUMATERA UTARA

Effendi Parlindungan Sagala

Dosen Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya

E-mail: epsagala54@gmail.com

Diterima redaksi : 6 Juni 2013, disetujui redaksi : 13 November 2013

### ABSTRAK

Analisis terhadap indeks keanekaragaman dan indeks saprobik komunitas plankton berkaitan dengan komposisi dan kelimpahan jenisnya di perairan Pelabuhan Kapal Penumpang Desa Ajibata dan Desa Pangaloan, Danau Toba dilakukan pada Mei 2012. Ditemukan sebanyak 71 jenis plankton yang terdiri dari 22 jenis fitoplankton (Cyanophyceae, Chlorophyceae, Desmidiaceae, Diatomae/Bacillariophyceae), dan 49 jenis zooplankton (Flagellata, Rhizopoda dan Rotifera). Pada perairan Ajibata dapat ditemukan 7 takson, sementara itu ada sebanyak 6 takson (kecuali Desmidiaceae) di Pangaloan. Kelimpahan rata-rata plankton di perairan Ajibata dan Pangaloan tergolong rendah yaitu 125 ind/L dan 101 ind/L. Indeks kesamaan komunitas plankton di Pangaloan dan Ajibata menunjukkan cukup perbedaan (36%), namun Indeks keanekaragamannya masing-masing kedua lokasi 3,02 dan 3,23 dapat dikatakan tidak berbeda. Nilai indeks keanekaragaman tersebut menunjukkan bahwa komunitas plankton di dua lokasi termasuk sangat mantap ( $> 3,00$ ). Indeks saprobik komunitas plankton di Ajibata dan Pangaloan berkisar antara + 1,49 hingga + 1,62. Hal ini menunjukan bahwa tingkat pencemaran yang terjadi sangat ringan hingga rendah dengan sedikit beban pencemaran bahan organik maupun anorganik yang berlangsung pada fase mesosaprobik/oligosaprobik. Kualitas air di dua perairan rata-rata normal dan tidak banyak berbeda. Oksigen terlarut (DO) di Ajibata dan Pangaloan adalah 6,28 dan 6,31.

**Kata kunci:** Danau Toba, Indeks Keanekaragaman, Indeks Saprobik, Plankton, Komparasi.

### ABSTRACT

**COMPARISON OF DIVERSITY INDEX AND INDEX FOR ASSESSING QUALITY PLANKTON SAPROBIC WATERS OF LAKE TOBA, PROVINCE NORTH SUMATRA.** The analysis about diversity and saprobic indices of plankton community pertaining to research results about composition and abundance of plankton species which have been carried out to water samples from Lake Toba waters in May 2012. In according with observation results through microscope can found 71 species plankton consists 22 species phytoplankton (Cyanophyceae, Chlorophyceae, Desmidiaceae, Diatomae/ Bacillariophyceae) and 49 species zooplankton (Flagellata, Rhizopoda dan Rotifera). There are 7 category taxonomy in Ajibata Harbor and 6 category taxonomy in Pangaloan Village, where Desmidiaceae there was not find in Pangaloan Village. The abundance of plankton was 125 individuals/liter in Ajibata Harbor waters and 101 ind/liter in Pangaloan Village waters, this condition include into low density. The similarity index (S) of plankton community for two locations are 36,7%, proved that so different of two communities at two locations. The results of research point out that diversity index of plankton community for two locations were 3,02 (Pangaloan Village waters) and 3,23 (Ajibata Harbor waters). It means that the condition of plankton community include into more very stable ( $> 3,00$ ). The saprobic index of plankton community for two research locations had range of + 1,49 lowest (Ajibata Harbor waters) upto + 1,62 highest (Pangaloan Village waters), proved that the levels of pollutions was very slight upto slight with view organic and anorganic substances which include to oligo  $\beta$ -mesosaprobic phase. The water qualities for two locations have similarity normally for two location which campared, when dissolved oxygen (DO) for Ajibata location was 6,28 di lokasi Ajibata and Pangaloan Village was 6,31 respectively.

**Keywords:** Lake Toba, Diversity Index, Saprobic Index, Plankton, Comparison.

## PENDAHULUAN

Danau Toba memiliki luas 3000 km<sup>2</sup> yang terbentuk akibat ledakan vulkanis sekitar 73.000–75.000 tahun lalu dan merupakan letusan supervulkano yang paling baru. Pulau Samosir dan dataran yang mengelilingi danau merupakan daerah perbukitan terjal.

Secara administratif Danau Toba di bagian Pulau Samosir termasuk dalam wilayah Kabupaten Samosir yang meliputi seluruh pulau dan perairan sekitarnya dengan kota tepi danau yaitu Pangururan, Tomok, Ambarita, Simanindo, Nainggolan dan pedesaan di sepanjang tepi danau dan perbukitan Pulau Samosir. Bagian utara dan timur laut danau termasuk wilayah Kabupaten Simalungun dengan kota tepi danau Haranggaol dan Parapat. Sebelah barat laut adalah wilayah Kabupaten Tanah Karo dengan kota Tongging. Sebelah barat adalah wilayah Kabupaten Dairi dengan kota Silalahi, bagian timur tenggara adalah wilayah Kabupaten Toba Samosir dengan kota Ajibata dan Balige. Di bagian selatan danau terdapat Kabupaten Tapanuli Utara dan sedikit di bagian barat laut danau adalah Kabupaten Humbang Hasundutan.

Banyaknya kota di tepi danau dan Pulau Samosir beserta segala aktifitasnya (domestik, pertanian, peternakan dan lainnya) secara kumulatif akan mempengaruhi kualitas air danau. Permukaan lahan yang terjal menyebabkan curah hujan dengan air permukaannya maupun perkolasi akan memasuki perairan danau. Selain itu, di berbagai tempat di danau saat ini telah dikembangkan budidaya ikan mas dan nila dengan jaring apung yang dikelola secara perorangan maupun perusahaan.

Akibat banyaknya aktifitas manusia dan transportasi motor air dan kapal penumpang yang beroperasi di wilayah perairan Danau Toba menyebabkan

perubahan kualitas badan air danau sebagai akibat beban introduksi segala material dan energi yang diterima oleh perairan. Hal ini berdampak negatif bagi lingkungan perairan yang pada akhirnya mempengaruhi kehidupan organisme akuatik dan manusia di sekitarnya. Kehidupan akuatik yang dipengaruhinya demikian kompleks meliputi rantai makanan (*food chain*) dan jaring makanan (*foodweb*) dalam ekosistem perairan. Diantara komunitas biotik yang cukup peka oleh pengaruh gangguan terhadap kualitas air adalah plankton.

Kajian untuk mengungkap adanya gangguan pada lingkungan akuatik dan pengaruhnya terhadap kehidupan plankton yang ada di tepi Danau Toba dan tepi perairan Pulau Samosir dilakukan dengan cara membandingkan kualitas airnya. Contoh diambil di perairan Ajibata, Kecamatan Lumbanjulu yang merupakan pelabuhan penumpang dan bongkar muat barang dari ferry dan kapal kecil ke seluruh kota dan desa di Pulau Samosir. Lokasi lainnya adalah perairan Desa Pangaloan, Kecamatan Nainggolan, Pulau Samosir yang menggunakan air danau untuk keperluan domestik.

Ditinjau dari kandungan nutriennya, Danau Toba termasuk perairan yang miskin dan berproduktivitas rendah (oligotrofik) (Payne, 1986). Menurut Sachlan (1980) tingkat produktivitas suatu perairan dapat dilihat dari keberadaan organisme planktonnya. Dalam hal ini plankton berperan sebagai produsen dan berada pada tingkat dasar, dan menentukan keberadaan organisme pada jenjang berikutnya yang berupa berbagai jenis ikan. Keberadaan plankton sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan dan larvanya di perairan.

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan komunitas plankton pada perairan tepi Danau Toba dan tepi pulau Samosir di Desa Ajibata dan Pangaloan.

## BAHAN DAN METODE

Pengambilan sampel plankton dan pengukuran kualitas air dilakukan pada bulan Mei 2012. Lokasi pengambilan sampel ditentukan secara purposive pada dua wilayah perairan meliputi Ajibata, Kecamatan Lumabanjulu dan Desa Pangaloan, Kecamatan Nainggolan.

Pengumpulan contoh plankton dilakukan dengan cara menyaring 50 liter air danau dengan plankton net nomor 25 yang dilengkapi dengan botol penampung flakon 25 ml. Plankton yang tersaring diawetkan dengan larutan formalin 4%. Penyortiran dan identifikasi jenis plankton dilakukan di Laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi Fakultas MIPA, UNSRI dengan acuan APHA (1980); Mizuno (1979); Edmondson (1959); Needham and Needham (1963), dan Penak (1978). Kelimpahan plankton diukur secara lintasan berdasarkan metode Sedwick Rafter Counting Cell (APHA, 1980) yaitu:

$$\text{No./ml} = \frac{C \times 1000 \text{ mm}^3}{L \times D \times W \times S}$$

yang mana :

- C : jumlah organisme yang dihitung
- L : panjang setiap lintasan (50 mm)
- D : kedalaman Sedwick-Rafter (1mm)
- W : lebar lintasan (1 mm)
- S : jumlah lintasan yang dihitung (4 lintasan).

Selain itu dilakukan pengukuran berbagai indeks yaitu :

Indeks keanekaragaman, diukur dengan (Indeks Shannon–Wiener)

$H : -\sum P_i \ln P_i$ ,

yang mana,

H : indeks keanekaragaman

$P_i : n_i/N$ ; dengan

$n_i$  : nilai penting setiap spesies;

N : total nilai penting.

Indeks keseragaman (*Evenness Index*) pada masing-masing contoh, dihitung dengan rumus :

$E : H/(\log S)$ , yang mana

H : indeks keanekaragaman komunitas plankton

S : jumlah spesies pada contoh

Indeks kesamaan (*Index of Similarity*) komunitas plankton pada dua lokasi yang dibandingkan dilakukan dengan menggunakan rumus, yaitu  $S = 2C / (A + B)$ , yang mana

A adalah jumlah spesies pada contoh 1;

B adalah jumlah spesies pada contoh 2; dan

C adalah jumlah spesies yang umum pada kedua contoh (A dan B). Indeks saprobik (*Saprobic index*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

*Indeks Saprobik plankton (X) (Dresscher & Mark)* :

$$X = (C + 3D - B - 3A) / (A + B + C + D)$$

yang mana :

A : grup *Ciliata* menunjukkan polisaprobitas

B : grup *Euglenophyta*, menunjukkan  $\alpha$  mesosaprobitas;

C : grup *Chlorococcales + Diatomae*, menunjukkan  $\beta$  mesosaprobitas;

D : Grup *Peridinae/ Chrysophyceae/ Conjugatae*, menunjukkan oligosaprobitas.

Sebagai data pendukung dilakukan pengukuran kualitas air meliputi pH, oksigen terlarut (DO), kedalaman, kecerahan, suhu, kandungan lumpur, zat padat terlarut, zat padat tersuspensi, kandungan fosfat (PO<sub>4</sub>), dan kandungan NH<sub>4</sub>.

Tabel 1. Klasifikasi derajat pencemaran menurut Lee *at al.*, 1978.

Derajat Pencemaran	Indeks diversitas (Keanekaragaman)	DO (mg/l)
Belum tercemar	> 2,0	> 6,5
Tercemar ringan	1,6 – 2,0	4,5 – 6,5
Tercemar sedang	1,0 – 1,5	2,0 – 4,4
Tercemar berat	< 1,0	< 2,0

Tabel 2. Indeks saprobik dengan penafsiran kualitas air secara biologis menurut Dresscher &amp; Mark, (1974).

Beban Pencemaran	Derajat Pencemaran	Fase Saprofik	Indeks Saprofik
Banyak senyawa organik	Sangat Tinggi	Polisaprofik	-3 s/d -2
		Poli/ $\alpha$ –Mesosaprofik	-2 s/d -1,5
Senyawa organik dan anorganik	Agak Tinggi	$\alpha$ –Meso/polisaprofik	-1,5 s/d -1
		$\alpha$ –Mesosaprofik	-1 s/d -0,5
		$\alpha$ / $\beta$ –Mesosaprofik	-0,5 s/d 0
Sedikit senyawa organik dan anorganik	Sedang	$\beta$ / $\alpha$ –Mesosaprofik	0 s/d +0,5
		$\beta$ –Mesosaprofik	+0,5 s/d +1
		$\beta$ –Meso/oligosaprofik	+1 s/d +1,5
		Oligo/ $\beta$ –Mesosaprofik	+1,5 s/d +2
		Oligosaprofik	+2 s/d +3
	Ringan/Rendah		
		Sangat ringan	

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis ditemukan sebanyak 71 jenis plankton yang termasuk dalam tujuh kategori takson Cyanophyceae, Chlorophyceae, Desmidiaceae, Diatomae/Bacillariophyceae, Flagellata, Rhizopoda dan Rotifera (Tabel 3).

Hasil pengukuran kelimpahan plankton di perairan pelabuhan kapal penumpang di Ajibata dan Pangaloan berturut-turut adalah 101 ind/L dan 125 ind/L (Tabel 3). Kisaran kelimpahan plankton 101–125 ind/L (< 150 ind/L) ini tergolong rendah. Rendahnya kelimpahan plankton ini dipengaruhi oleh rendahnya rendahnya kandungan  $\text{NH}_4$  (3,15 mg/L) dan  $\text{PO}_4$  (0,38 mg/L).

Meskipun kelimpahan plankton rendah, namun nilai indeks keanekaragamannya cukup tinggi, yaitu 3,02 di Pangaloan dan 3,23 di Ajibata. Kisaran sekitar 3,02 – 3,23 (> 3,00) menunjukkan bahwa kondisi komunitas plankton masih sangat mantap atau stabil dan perairan tidak tercemar (Lee *at al*, 1978). Maka dapat disimpulkan bahwa kondisi perairan pada lokasi pengambilan contoh tergolong masih alami.

Kelimpahan plankton adalah 125 ind/liter di Ajibata dan 101 ind/liter di Pangaloan. Sesuai dengan karakter Danau Toba adalah termasuk perairan yang oligotrof, hal ini sesuai dengan karakter perairan yang cukup dalam dengan lingkungan daratan di sekitarnya adalah lahan-lahan marginal sehingga input hara menjadi demikian kecil yang masuk kedalam Danau Toba. Namun pada lokasi lain di sekitar Danau Toba yang mendapat limbah nutrisi lebih banyak, kemungkinan akan menghasilkan kelimpahan lebih tinggi lagi.

Pada penelitian ini, pelabuhan kapal penumpang yang dijadikan lokasi penelitian ini tidak nyata memberikan kontribusi terhadap kesuburan badan air, karena terbukti kelimpahan planktonnya tidak tinggi. Kondisi ini cukup baik untuk memberikan gambaran bahwa pada perairan studi baik di Ajibata (pantai Danau Toba) maupun di Pangaloan (Pantai Pulau Samosir) belum terjadi gangguan lingkungan yang cukup berarti. Hal ini didukung dari indeks keanekaragaman dan indeks saprobiknya masih dalam batas yang tergolong baik seperti telah dibahas sebelumnya.

Tabel 3. Keanekaragaman dan kelimpahan jenis plankton di perairan Ajibata dan Pangaloan, Danau Toba Sumatera Utara pada bulan Mei 2012.

No.	Nama Kelompok dan Spesies	Jumlah Individu/liter	
		Ajibata	Pangaloan
I.	Fitoplankton:		
A.	Cyanophyceae:		
	1. <i>Aphanocapsa rivularis</i>	1	-
	2. <i>Lyngbya contorta</i>	-	1
	3. <i>Oscillatoria amphibia</i>	1	1
	4. <i>O. formosa</i>	1	-
	5. <i>O. splendida</i>	4	-
	6. <i>Microcystis incerta</i>	-	12
B.	Chlorophyceae:		
	1. <i>Chlorella ellipsoidea</i>	11	4
	2. <i>C. vulgaris</i>	14	5
	3. <i>Coelastrum proboscidium</i>	15	-
	4. <i>Coleochaete scutata</i>	1	-
	5. <i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	11	-
	6. <i>Gloeocystis gigas</i>	6	-
	7. <i>Hormidium subtile</i>	-	1
	8. <i>Microspora</i> spp.	1	2
	9. <i>Oedogonium multisporum</i>	-	1
	10. <i>Quadrangula chodatii</i>	5	5
	11. <i>Q. recustris</i>	2	4
	12. <i>Stigeoclonium lubricum</i>	1	-
	13. <i>Ulothrix aequalis</i>	-	3
	14. <i>Ulothrix zonata</i>	-	1
	15. <i>Zygnema quadrangulatum</i>	2	3
C.	Desmidiaceae:		
	1. <i>Staurastrum biwaensis</i>	1	-
D.	Diatomae:		
	1. <i>Achnanthes linearis</i>	2	-
	2. <i>Caloneis bacillaris</i>	1	-
	3. <i>C. bacillum</i>	1	-
	4. <i>Cyclotella comta</i>	-	2
	5. <i>C. operculata</i>	-	5
	6. <i>C. stelligera</i>	-	1
	7. <i>Cymbella turgida</i>	-	1
	8. <i>Diatoma elongatum</i>	-	1
	9. <i>D. vulgare</i>	1	-
	10. <i>Diploneis puella</i>	1	-
	11. <i>Eunotia angusta</i>	-	1
	12. <i>Eunotia arcus</i>	2	4
	13. <i>Eunotia lunaris</i>	1	-
	14. <i>Gyrosigma acuminatum</i>	1	-
	15. <i>Navicula laterostrata</i>	-	1
	16. <i>Pinnularia gibba</i>	-	2
	17. <i>Stephanodiscus carconensis</i>	-	1
	18. <i>Synedra pulchella</i>	-	1

Lanjutan Tabel 3

II. ZOOPLANKTON:			
A Flagellata:			
	1. <i>Anisonema ovale</i>	4	1
	2. <i>Carteria crucifera</i>	4	1
	3. <i>Carteria globosa</i>	2	2
	4. <i>Chlamydomonas cingulata</i>	4	1
	6. <i>Chlorangium javanicum</i>	-	1
	7. <i>Entosiphon sulcatum</i>	-	1
	8. <i>Eudorina elegans</i>	10	-
	9. <i>Euglena deses</i>	1	-
	10. <i>E. pisciformis</i>	1	-
	11. <i>Gloeomonas ovalis</i>	2	-
	12. <i>Gonium pectorale</i>	1	-
	13. <i>Hymenomonas roseola</i>	1	-
	14. <i>Lepocinclis ovum</i>	-	1
	15. <i>L. texta</i>	1	-
	16. <i>Merotrichia capitata</i>	3	5
	17. <i>Pleodorina californica</i>	1	-
	18. <i>Polytoma uvella</i>	2	2
	19. <i>Oicomonas socialis</i>	-	1
	20. <i>Strombomon fluviatilis</i>	1	-
	21. <i>Trachelomonas abrupta</i>	1	1
	22. <i>T. schewiakoffii</i>	-	1
	23. <i>T. granulosa</i>	1	-
	24. <i>T. oblonga</i>	1	-
	25. <i>T. playfairi</i>	2	-
	26. <i>Volvox globator</i>	1	-
B. Rhizopoda:			
	1. <i>Centropyxis arcelloides</i>	-	2
	2. <i>C. ecornis</i>	-	1
	3. <i>C. stellata</i>	-	1
	4. <i>Diffflugia bacillifera</i>	-	1
	5. <i>D. oblonga</i>	-	2
	6. <i>Euglypha laevis</i>	1	1
C. Rotifera:			
	1. <i>Trichocerca porcellus</i>	-	2
<hr/>			
1.	Populasi plankton per liter:	125	101
2.	Populasi fitoplankton per liter:	80	63
3.	Populasi zooplankton per liter:	45	28
4.	Keanekaan spesies plankton:	44	43
5.	Keanekaan spesies fitoplankton:	24	24
6.	Keanekaan spesies zooplankton:	21	19
7.	Indeks Keseragaman (Shannon): E	1,97	1,85
8.	Indeks Keanekaragaman Plankton(H):	3,23	3,02
9.	Indeks Saprobik Plankton (X):	1,49	1,62

Indeks keseragaman populasi masing-masing jenis dalam komunitas plankton di Ajibata dan Pangaloan adalah 1,97 dan 1,85. Sedikitnya perbedaan indeks keseragaman ini dapat diasumsikan bahwa kelimpahan masing-masing jenis dalam komunitas hampir seragam, dan tidak ada jenis yang mendominasi.

Indeks saprobik komunitas plankton di Ajibata dan Pangaloan adalah sebesar +1,49 dan 1,62. Kisaran nilai ini menunjukkan bahwa tingkat pencemaran yang terjadi di lokasi yang diamati tergolong sangat rendah hingga rendah dengan sedikit beban pencemaran bahan organik maupun anorganik yang berlangsung pada fase mesosaprobik/ oligosaprobik. Sedangkan hasil pengukuran indeks kesamaan jenis pada dua lokasi adalah 0,367 atau 36,7% (< 50%) dapat diasumsikan bahwa komunitas plankton di perairan Ajibata cukup berbeda dari Pangaloan dengan perbedaan sebesar  $100\% - 36,7\% = 63,3\%$ .

## KESIMPULAN DAN SARAN

Tingkat kelimpahan plankton pada kisaran rendah hingga sedang, dengan kondisi komunitas tergolong mantap. Berdasarkan indeks saprobik menunjukkan tingkat pencemaran organik pada perairan yang diamati berada pada kondisi sangat ringan hingga ringan.

Indeks Keanekaragaman 3,02 – 3,23 menunjukkan bahwa kondisi komunitas plankton danau tergolong sangat mantap (stabil).

Indeks saprobik komunitas plankton (+ 1,49 hingga + 1,62) menunjukkan bahwa tingkat pencemaran tergolong sangat ringan hingga ringan dengan sedikit beban pencemaran bahan organik maupun anorganik yang berlangsung pada fase mesosaprobik/ oligosaprobik.

Saran untuk penelitian berikutnya adalah:

1. Perlu kajian lebih lanjut tentang struktur dan komposisi komunitas plankton meliputi keanekaragaman dan kelimpahan plankton pada berbagai tempat perairan Danau Toba berdasarkan ritme harian (*circadian rhythm*) untuk mengetahui dinamika jenis dari komunitas plankton sehingga dapat dipahami bagaimana migrasi plankton, khususnya zooplanktonnya.
2. Perlu dilakukan interaksi studi plankton dengan penyebaran jenis-jenis ikan yang ada Danau Toba sehingga dapat menetapkan potensi biota yang ada dalam langkah mempertahankan pengembangan budidaya perairan danau yang optimal dan berwawasan lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim: (<File:///F:/Danau Toba.htm> : Danau Toba – Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedi bebas).
- APHA. 1980, Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 15 th Edition. APHA Inc., New York. 1134 p.
- Barnes R.S.K., & K.H. Mann, Fundamentals of Aquatic Ecosystems. Blackwell Scientific Publications. Oxford London Edinburgh Boston Melbourne. 229 p.
- Davis, C.C., 1955, The Marine and Fresh-Water Plankton. Michigan State University. 562 p.
- Dresscher, TGN, & H. van der Mark, 1976, A Simplified method for the assessment of quality of fresh & Slightly Brakish Water. *Hydrobiologia*, Vol. 48, 3 pp. 199-201.

- Edmondson, W.T., 1959. *Fresh-Water Biology*. University of Washington, Seattle. Printed in the University States of America. 1248 p.
- Effendi H.M.I., 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. 163 hal.
- Jacob Kalff, 2002. *Limnology Inland Water Ecosystems*. McGill University, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458.
- Kerkut, G.A., 1963. *The Invertebrata – A Manual For The Use Of Students*. Fourth Edition Revised. Cambridge At The University Press. 419 p.
- Lee, C. D., S. B. Wang & C. L. Kuo. 1978. *Benthic Macroinvertebrate and Fish as Biological Indicators of Water Quality*, With Reference of Community Diversity Index. International Conference on Water Pollution Control in Development Countries. Bangkok. Thailand.
- Odum, E.P., 1971. *Fundamentals of Ecology*. Third Edition. W.B. Saunders Company. Philadelphia, London, Toronto. Toppan Company, Ltd. Tokyo, Japan. 574 p.
- Marschner. 1986. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. Harcourt Brace Javanovic, Publishers, London.
- Mizuno, T., 1979. *Illustrations of The Freshwater Plankton of Japan*. Hoikusha Publishing Co., Ltd. 353 p.
- Needham, J.G., & D. R. Needham. 1963. *A guide to study of freshwater biology, 15<sup>th</sup> Edition*. Holden Day Inc., Inc. San Fransisco. 108 p.
- Nybakken, J.W., 1992. *Biologi Laut*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 442 hal.
- Sachlan, M., 1980. *Planktonologi. Fakultas Peternakan dan Perikanan*. UNDIP Semarang. 103 hal.
- Sachlan, M., 1980. *Planktonologi. Fakultas Peternakan dan Perikanan*. UNDIP Semarang. 103 hal.
- Sagala, E., P., 2011. Indeks Saprobik Komunitas dalam menentukan Tingkat Pencemaran di Perairan Laut antara Muara Sungai Benu dan Pulau Betet, Kabupaten Banyuasin, Propinsi Sumatera Selatan. *Jurnal: Maspari Journal Research*. ISSN: 2087-0558, Vol 2 Nomor 1, 17 Januari 2011.
- Sagala, E. P., 2011. Indeks Keanekaragaman dan Indeks Saprobik Plankton dalam menilai Kualitas Rawa Gambut, Danau Teloko di Kecamatan Kayuagung, Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI), Propinsi Sumatera Selatan. Prosiding Bidang Biologi pada Seminar & Rapat Tahunan BKS-PTN B tahun 2012 Bidang Ilmu MIPA Badan kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat. Penyelenggara FMIPA Universitas Negeri Medan. Hotel Madani Medan 11 – 12 Mei 2012.
- Welch, P.S., 1962. *Limnological Methods*. Mc. Graw-Hill Book Company Ltd., New York. 381 p.